
ANT – Antenas e Propagação

Prof. Ramon Mayor Martins, MEng.

ramon.mayor@ifsc.edu.br / mayor@linuxmail.org



PARTE 5_0: Fundamentos de Antenas
Disponível em: <http://goo.gl/kzvSbd>

5. – Fundamentos de Antenas

5.1 – Introdução

5.2 – Funcionamento das Antenas

Antena Básica: Resistência de Radiação da Antena

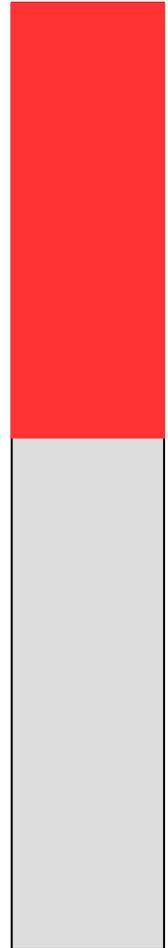
Antena Básica: Ressonância da Antena

Antena Básica: Largura de Banda e

Antena como um circuito em série RLC

Antena Básica: Campos de uma Antena

Antena Básica: Radiação de uma antena



5 – Fundamentos de Antenas

5.1 – Introdução

Uma antena é um elemento passivo de um circuito de transmissão ou de recepção de sinais (não amplifica o sinal)

"Um meio para irradiar ou receber ondas de rádio" (IEEE)

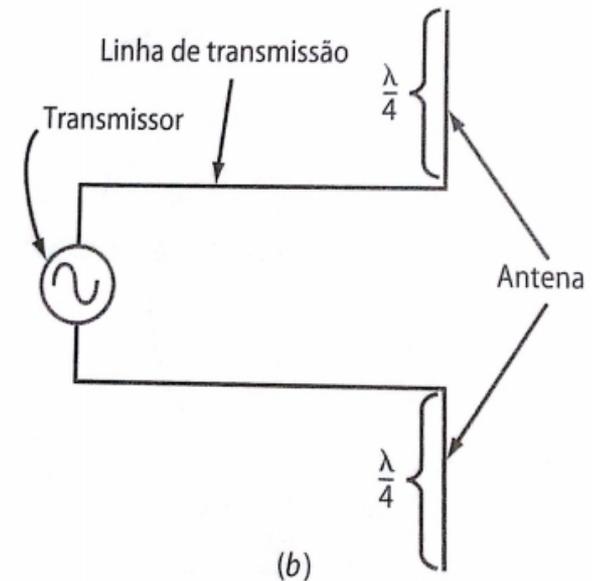
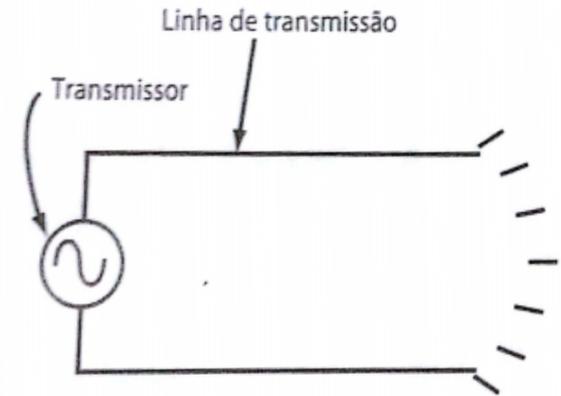
-Se uma **linha de transmissão de fios paralelo** for deixada aberta, os campos escapam pela extremidade, no entanto a **irradiação é ineficiente**.

-A irradiação é melhorada, se fizer uma dobra nos condutores de modo que formem um ângulo reto com a linha de transmissão

-Os campos magnéticos não mais se cancelam e se ajudam mutuamente.

-O campo elétrico se espalha de um condutor para o outro

-Resultando em uma antena.



5 – Fundamentos de Antenas

5.1 – Introdução

A irradiação ideal acontece quando o segmento dobrado tiver um comprimento de um quarto de onda na frequência de operação (isso faz a antena ter um comprimento de metade do comprimento de onda).

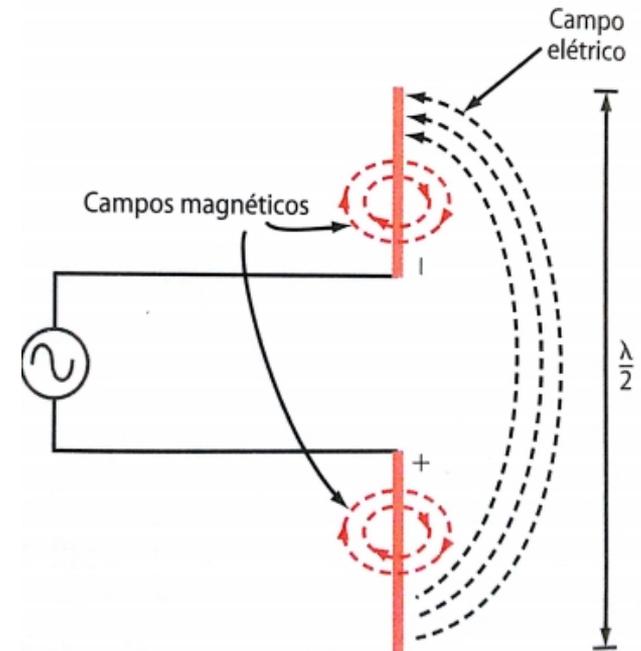
-A **tensão cria um campo elétrico e a corrente cria um campo magnético**

-Os campos magnéticos e elétrico **variam de acordo com o sinal aplicado**

-*Um campo elétrico variável no tempo age como cargas em movimento ou fluxo de corrente, que por sua vez, cria um campo magnético.*

-*Como o campo magnético varia no tempo, cria-se um campo elétrico.*

-*Os campos elétrico e magnético interagem um com o outro e um mantém o outro a medida que se propaga através do espaço.*



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica

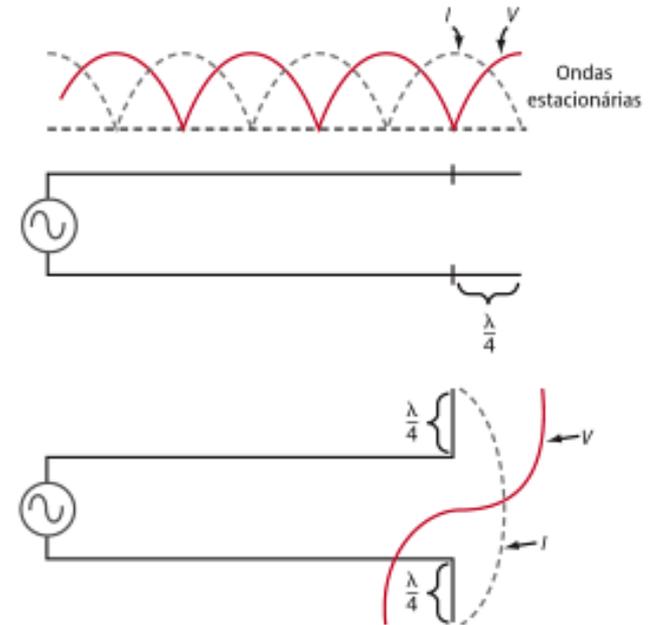
O comprimento do condutor depende da frequência

-Metade ou $\frac{1}{4}$ de comprimento de onda.

-Se a antena for menor que $\frac{1}{4}$ do comprimento de onda ocorre uma irradiação pequena

-Se o comprimento de onda for muito maior que o comprimento de fio, tb ocorre irradiação pequena.

-A distribuição das ondas estacionárias de tensão e corrente na antena (quando dobrado e formado o $\frac{1}{4}$ de onda) – **No centro a tensão é mínima e a corrente é máxima.**

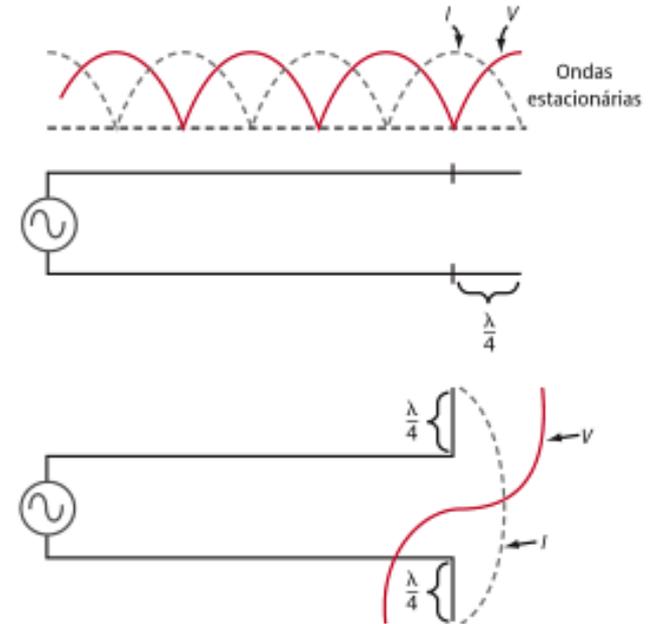


5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Resistência de Radiação da Antena:

A **antena** que irradia energia eletromagnética **aparece para o gerador como uma carga elétrica idealmente resistiva** de modo que a potencia aplicada é consumida como energia irradiada.

Não dissipa calor, dissipa energia eletromagnética irradiada.



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Ressonância da Antena

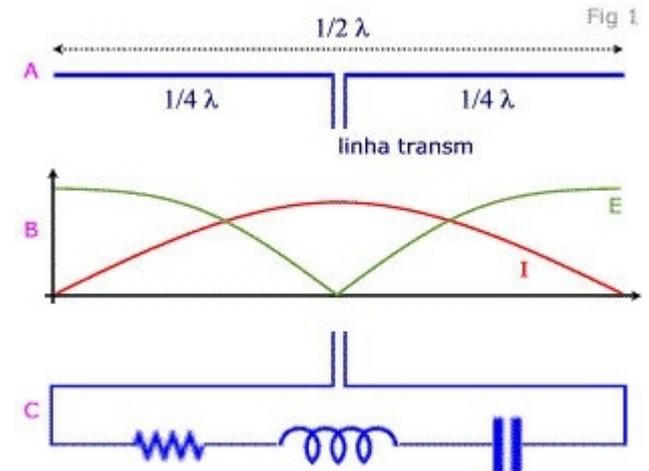
A antena como um circuito:

Para o gerador: **A antena age como um circuito ressonante em serie;**

A indutância representa o campo magnético

A capacitância representa o campo elétrico

A resistência é a resistência de radiação (varia com a espessura do condutor e a altura).



5 – Fundamentos de Antenas

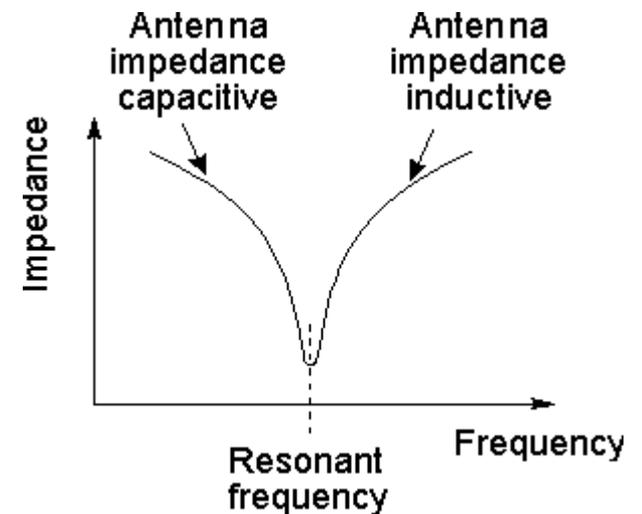
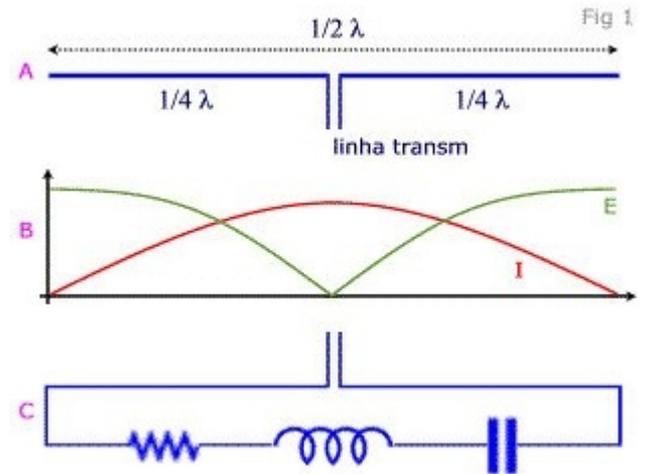
5.2 – Antena Básica: Ressonância da Antena

Se o sinal aplicado a antena comprimento de onda = metade de comprimento da antena:

- o circuito equivalente será ressonante
- a reatância indutiva irá cancelar a reatância capacitiva
- apenas o efeito da resistência de radiação estará presente e o sinal irradiado.

Se a frequência de operação e o comprimento de antena não coincidir

- o circuito equivalente não será ressonante
- terá uma impedância complexa com componentes resistivos e reativos



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Ressonância da Antena

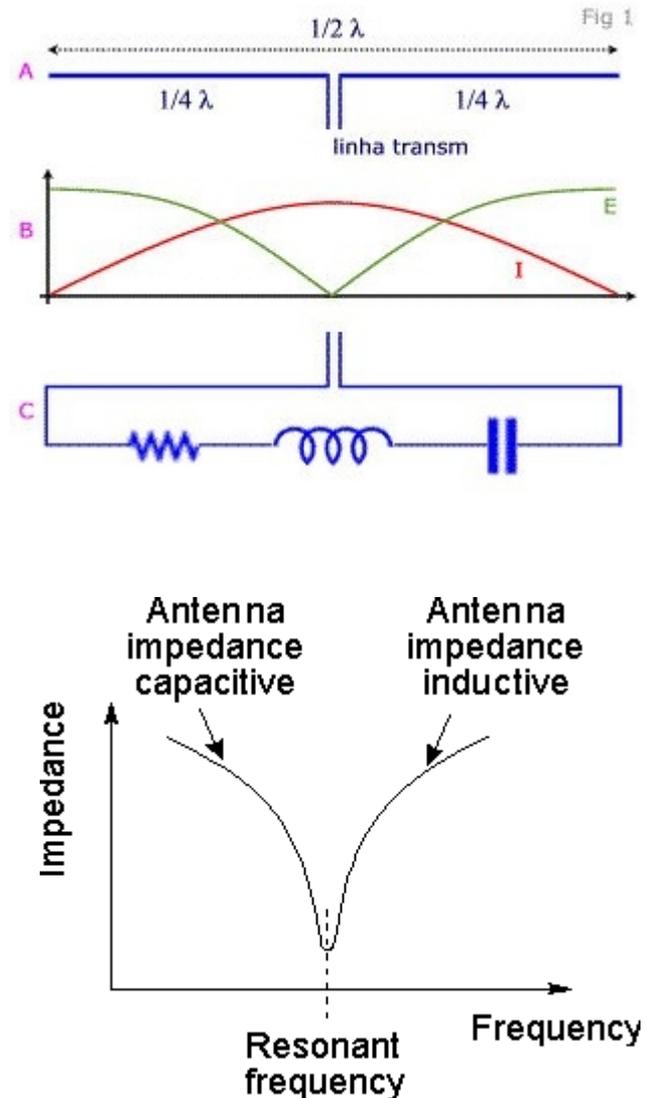
Se a frequência de operação e o comprimento de antena não coincidir

Se a frequência de operação for muito baixa

- a antena sera muito curta
- impedancia equivalente sera capacitiva
- porque a reatância capacitiva sera maior com uma freq. menor

-Se a frequência de operação for muito maior

- a antena será muito longa
- a impedância equivalente será indutiva
- porque a reatância indutiva será maior com a freq. maior



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Largura de Banda e Antena como um circuito em série RLC

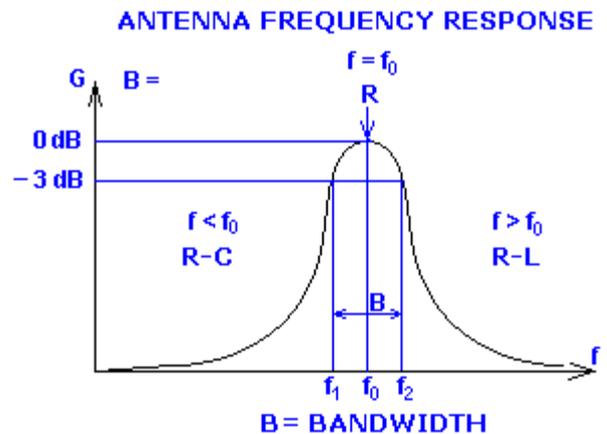
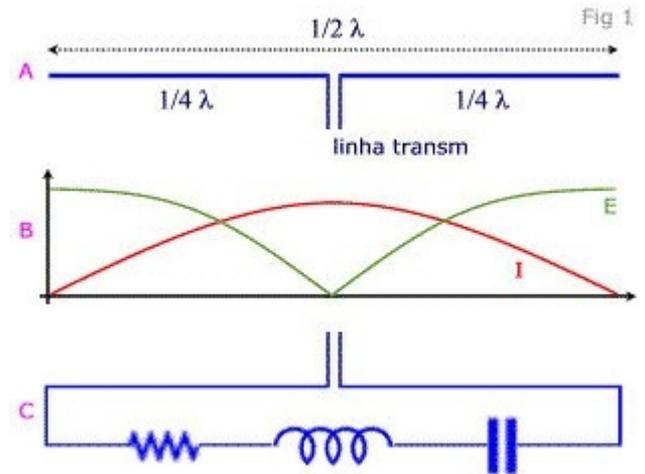
A antena opera como um filtro passa baixa – que funciona dependendo das características das XC, XL e R da construção da antena, sendo seletiva para algumas frequências.

A largura de banda $BW = (f_2 - f_1 / f_0)$, onde a antena vai operar corretamente quando estiver dentro dessa faixa.

Toda antena possui uma faixa de operação.

Frequência muito alta ou muito baixa – sai do meu filtro e vira um circuito aberto.

Diminuindo ou aumentando a dimensão da antena – muda as características de irradiação – até chegar em um momento que não irradia mais.



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Campos de uma Antena

As antenas produzem dois conjuntos de campos: o Campo Próximo e o Campo Distante

-Campo Próximo (Zona de Fresnel):

Região diretamente em torno da antena onde os campos magnéticos e elétricos são distintos.

-Esses campos não são ondas de rádio, mas contêm as informações transmitidas.

-Distância: até 10 comprimentos de onda

-Aplicação: RFID

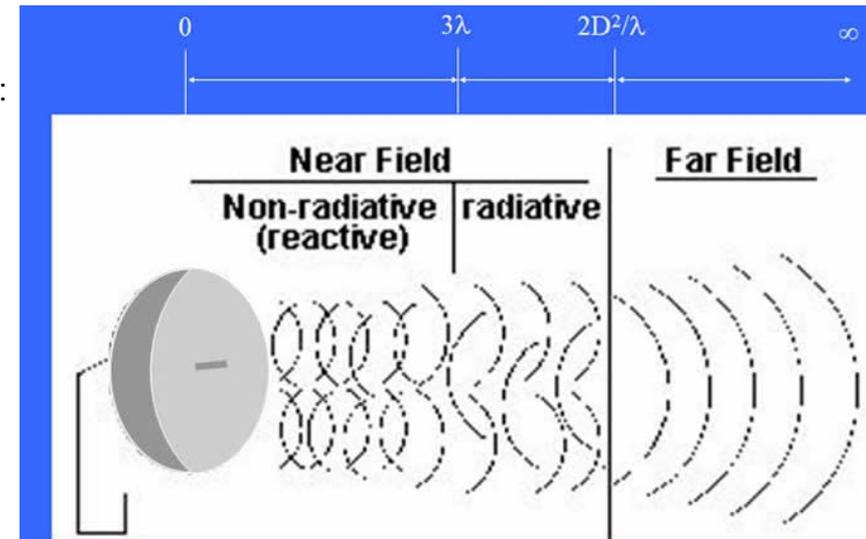
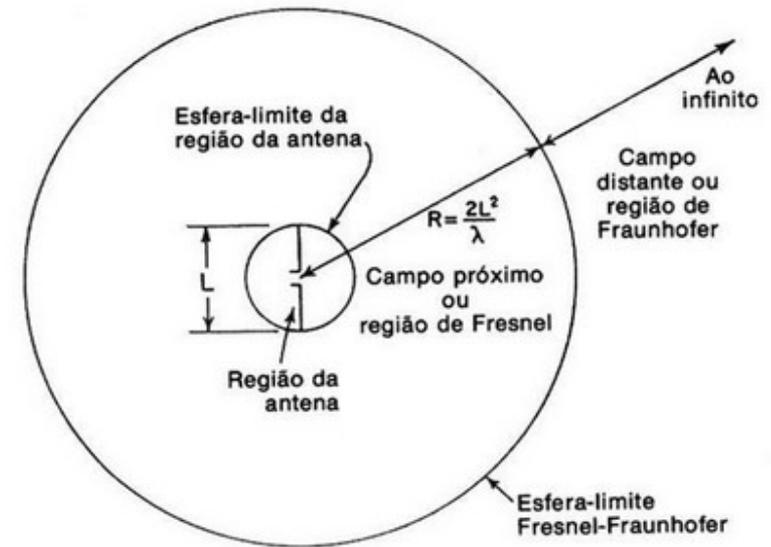
Região de campo próximo reativo:

Nesta região os campos elétrico e magnético da onda irradiada não são ortogonais e por isso não é possível verificar as propriedades de radiação da antena.

Região de campo próximo radiante (região de Fresnel):

Os campos magnético e elétrico da onda transmitida não são ortogonais, impossibilitando a verificação das propriedades de radiação da antena.

Regiões de Antena



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Campos de uma Antena

As antenas produzem dois conjuntos de campos: o Campo Próximo e o Campo Distante

-Campo Distante (Zona de Fraunhofer):

A região de campo distante é onde se determina as propriedades de radiação da antena.

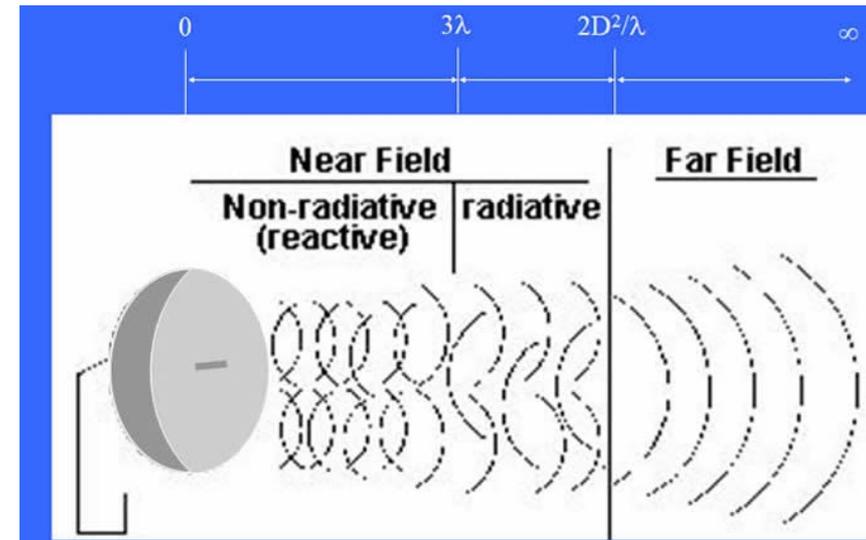
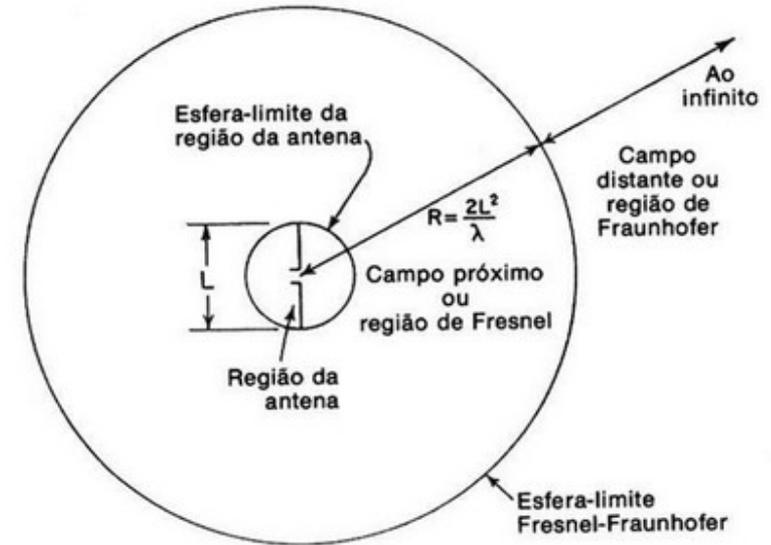
Nesta região, campo elétrico e magnético, são ortogonais.

Aproximadamente 10 comprimentos de onda da antena

-é a onda de radio com os campos elétricos e magnéticos compostos

-Aplicação: a maioria das aplicações wireless

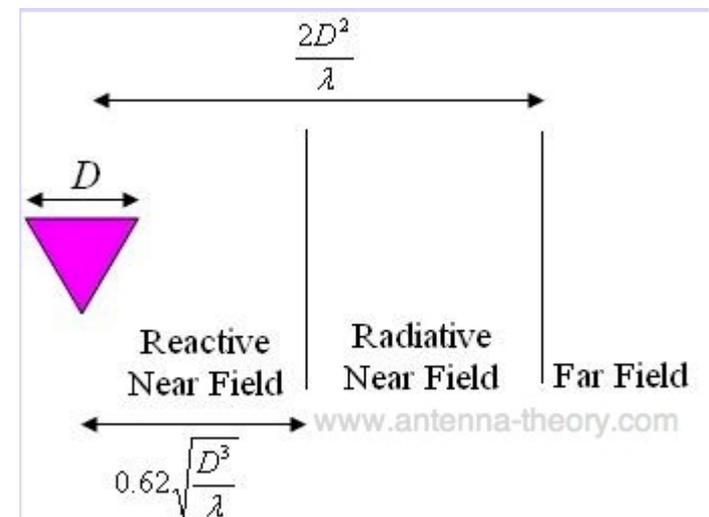
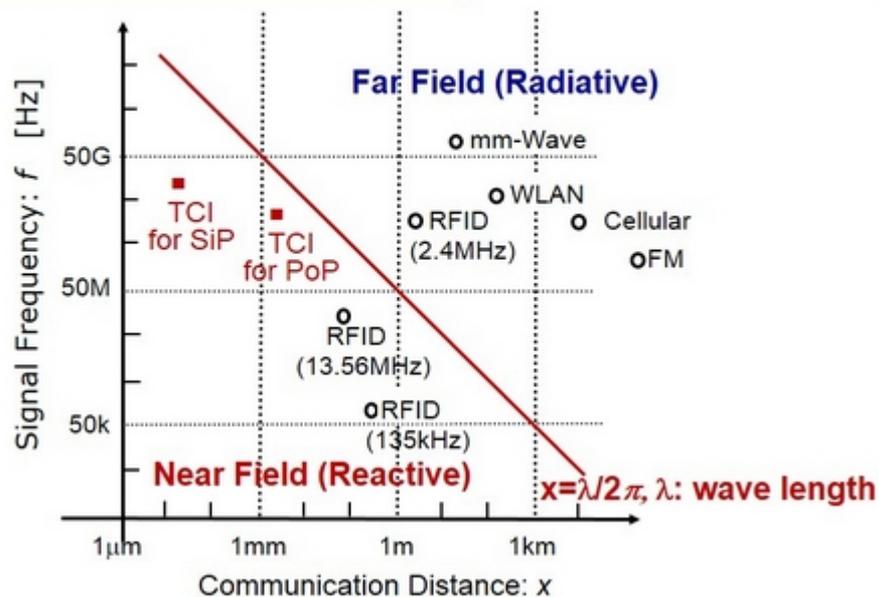
Regiões de Antena



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Campos de uma Antena

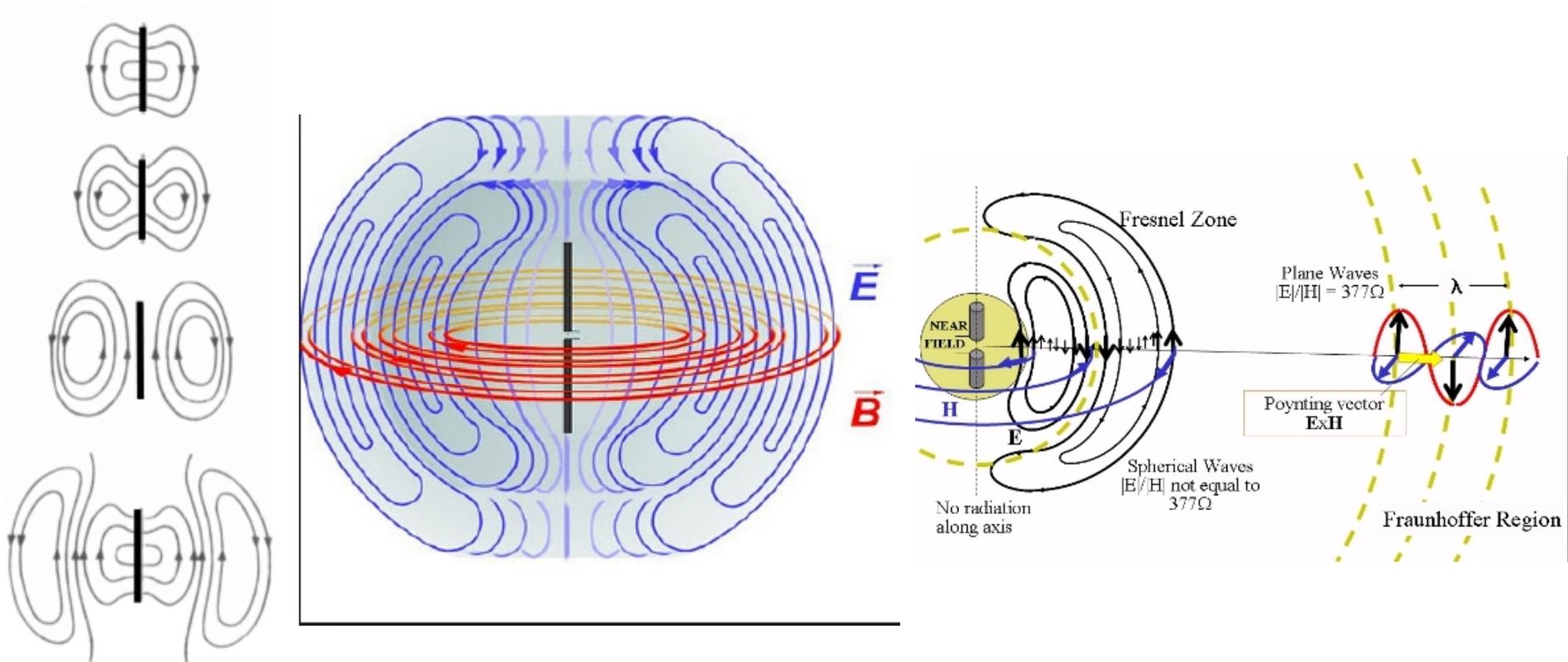
Near Field vs. Far Field Communication



5 – Fundamentos de Antenas

5.2 – Antena Básica: Radiação de uma antena

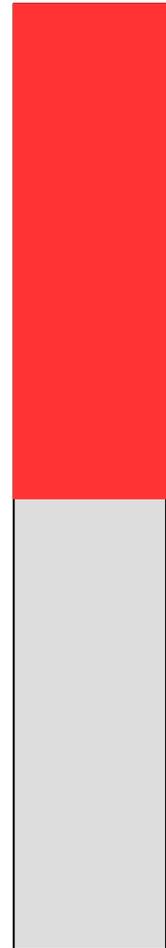
-Padrão de Radiação é o formato da energia eletromagnética irradiada ou recebida pela antena



5. – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas

- Casamento de Impedância / Onda Estacionária
- Reciprocidade das Antenas
- Padrão/Perfil de Radiação
- Abertura
- Diretividade
- Eficiência
- Ganho
- Referência/Radiador Isotrópico
- Polarização
- Relação Frente-Costas



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Casamento de Impedância / Ondas estacionárias

-São ondas resultantes da superposição de duas ondas de mesma frequência, mesma amplitude, mesmo comprimento d onda, mesma direção e sentidos opostos.

Ondas estacionárias são as ondas refletidas pela antena, ou seja, aquelas que quando se transmite vão até a antena e retornam para o rádio, em outras palavras, potência desperdiçada.

Se o ROE estiver alto, poderá estar transmitindo com 25w mas a potência efetiva será de 10w, e estiver muito alto, pode inclusive queimar o rádio.

Quanto menor a estacionária, melhor.

Quando se conclui a instalação de uma antena, deve-se, com um medidor de ROE, verificar e fazer os ajustes necessários para deixá-lo no menor nível possível. Para cada frequência existe um comprimento de cabo ideal para diminuir o ROE. O ajuste, normalmente, é feito diminuindo-se o comprimento do cabo.

um ROE (SWR) de valor 1.2:1 demonstra que uma máxima amplitude da onda estacionária é 1,2 vezes maior que o valor do mínimo da onda estacionária.

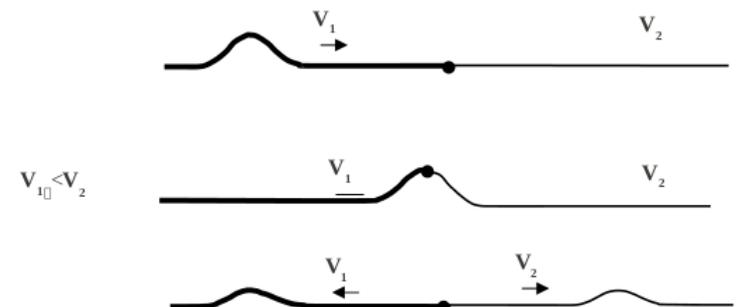
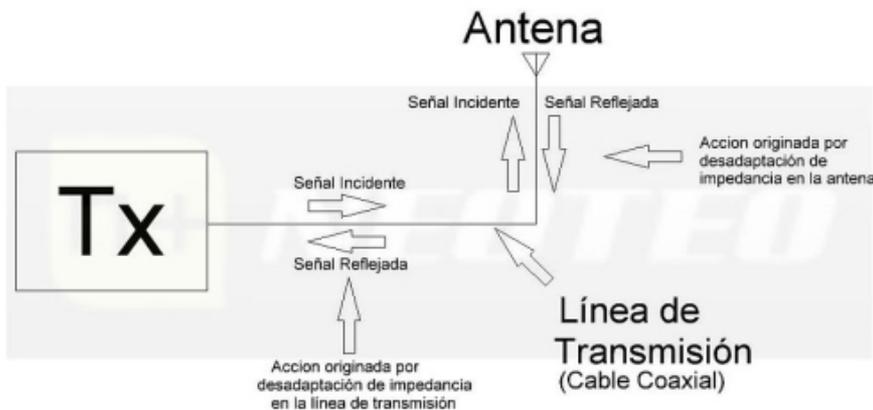


Figura 27: Reflexão em uma corda

5 – Fundamentos de Antenas

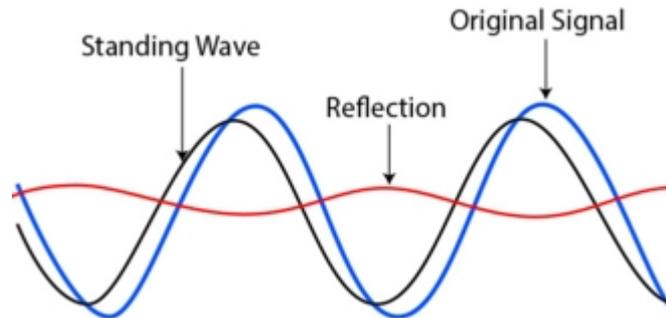
5.3 – Parâmetros das Antenas: Casamento de Impedância / Ondas estacionárias

-O objetivo do casamento de impedâncias é q tenhamos **maximizado o aproveitamento de potencia no sistema**, além disso impede q ocorram reflexões de energia para a fonte e q tenhamos níveis de tensão elevados ao longo da linha (devido a onda estacionaria)

A impedância de uma antena depende das características construtivas da antena e da forma de alimentação.

descasamento de impedância entre a antena e a linha de transmissão origina a taxa de onda estacionária - SWR.

O casamento pode ser feito com elementos reativos concentrados e com linhas de transmissão



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Reciprocidade das Antenas

Características e o desempenho de uma antena são os mesmos para antenas RX e TX.

-A antena transmissora converte o sinal de tensão do transmissor em um sinal eletromagnético.

-A antena receptora tem uma tensão induzida nela pelo sinal eletromagnético que passa através dela.

-Uma antena pode transmitir e receber ao mesmo tempo, um duplexador é utilizado para manter a energia do transmissor fora da entrada do receptor

Quando se trata de antenas TX: diagrama de radiação

Quando se trata de antenas RX: área efetiva

5 – Fundamentos de Antenas

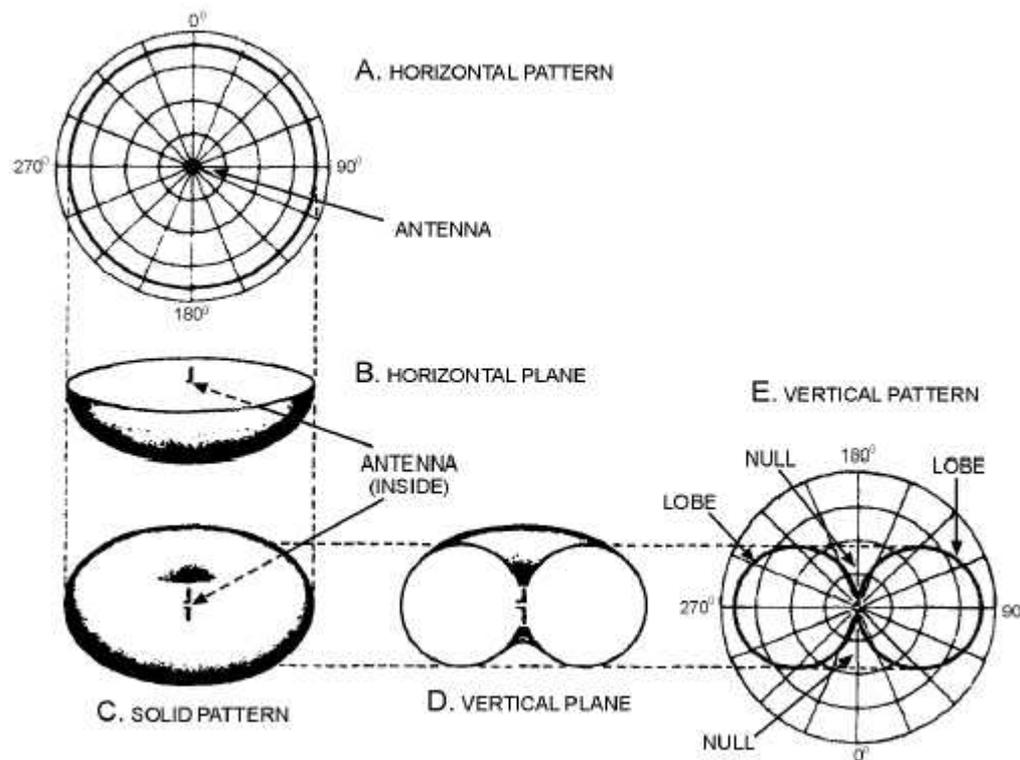
5.3 – Parâmetros das Antenas: Padrão/Perfil de Radiação

-Padrão de Radiação é o formato da energia eletromagnética irradiada ou recebida pela antena

-Os diagramas de irradiação são gráficos onde são marcados pontos correspondentes as intensidades de irradiação nas diferentes direções de propagação.

são levantados dois diagramas de irradiação: um no plano horizontal e outro no plano vertical.

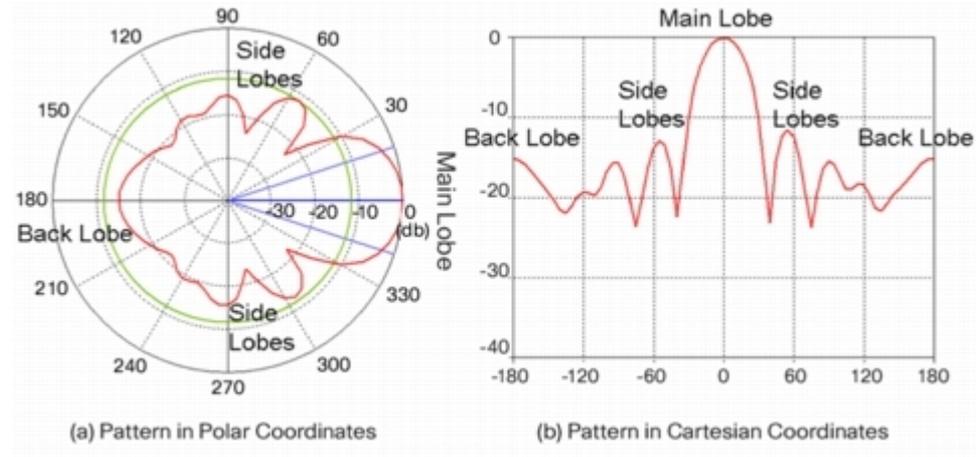
-Utiliza-se as **coordenadas polares** para representar **Azimute (plano horizontal)** e **Elevação (plano vertical)**



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Padrão/Perfil de Radiação

-Padrão de Radiação também pode-se representar através de **coordenadas cartesianas**



5 – Fundamentos de Antenas

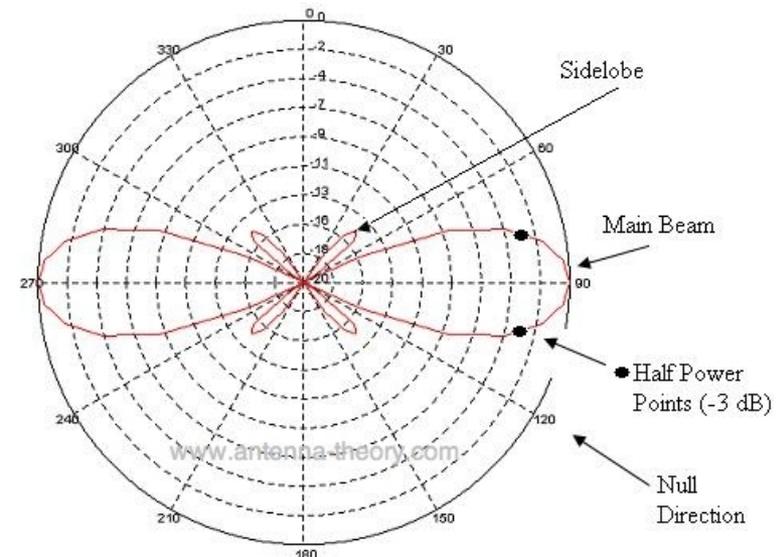
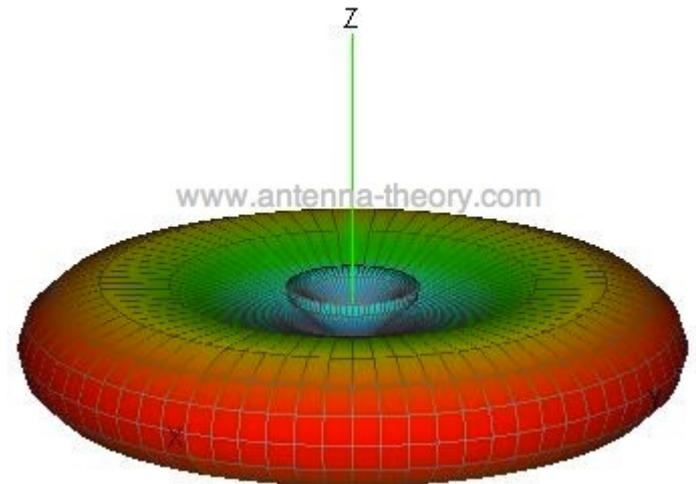
5.3 – Parâmetros das Antenas: Padrão/Perfil de Radiação

Lóbulo principal: define os ângulos de $\frac{1}{2}$ potência e o máximo ganho.

O lóbulo principal é a região em torno da direção de radiação máximo (geralmente a região que está dentro de 3 dB do pico do feixe principal).

Lóbulos laterais: são menores que são feixes de distância a partir do feixe principal. Estes lóbulos laterais são geralmente radiações em direções indesejadas que nunca pode ser completamente eliminado.

Nível de lobo lateral (SLL, de “Side Lobe Level”): razão entre a amplitude do lobo principal e a amplitude do maior lobo lateral. Geralmente é dado em decibéis;



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Abertura/ Largura de feixe (HPBW , *Half Power Beamwidth*)

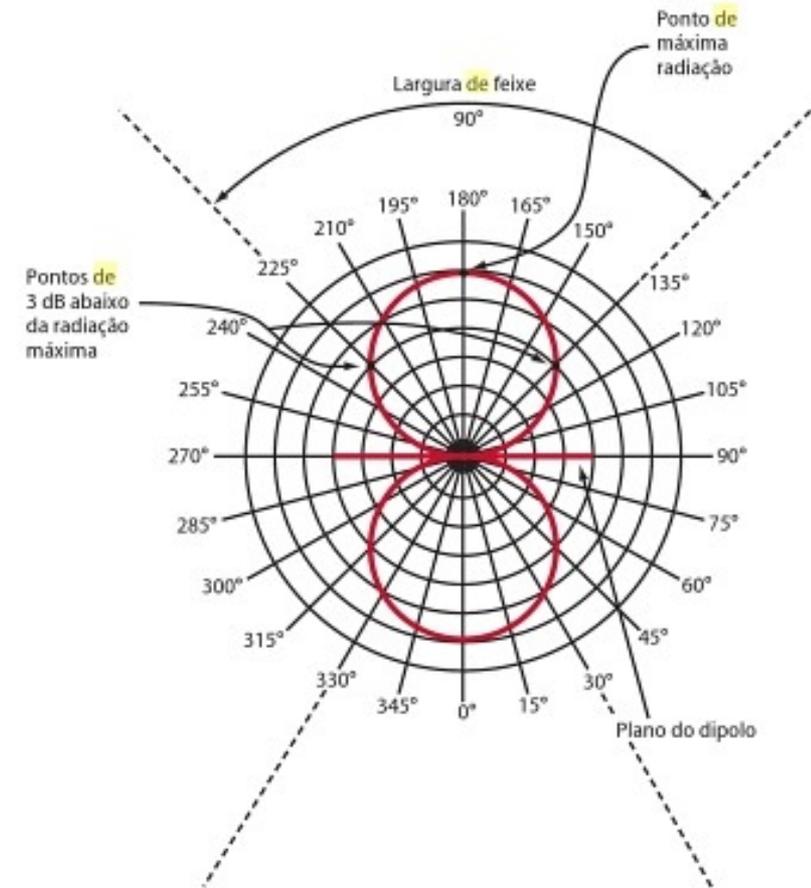
Os ângulos de meia potência são definidos pelos pontos no diagrama onde a potência irradiada equivale à metade (50%) da irradiada na direção principal.

O ângulo formado com duas linhas que se estendem do centro da curva a esses pontos de 3 dB é a largura do feixe. 3dB (**meia potencia: 50% da potencia ou 70 % do campo**)

Estes ângulos definem a **abertura da antena** no plano horizontal e no plano vertical.

(No exemplo: abertura de um dipolo de meia onda padrão é 90°)

-Quanto menor o ângulo/mais estreito da largura de feixe – mais direcional a antena.



Radiação horizontal de um dipolo de meia-onda.

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Abertura/ Largura de feixe (HPBW , *Half Power Beamwidth*)

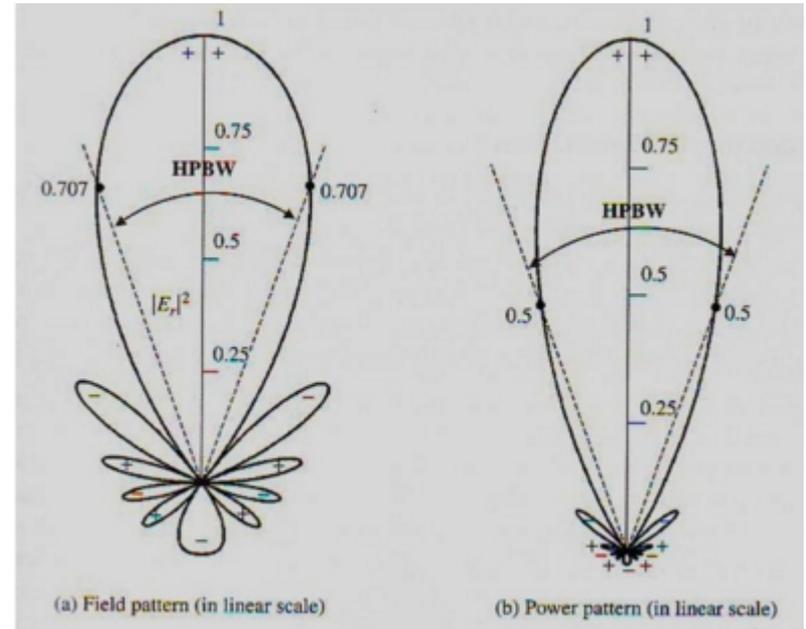
Define onde cai -3dB do campo (E_{max}) ou potencia (P_{max})

70 % do campo máximo

50% da potência máxima

Nesse ângulo – vai ter as características adequadas

Obs: campo (20 log) , potência (10 log)



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Diretividade:

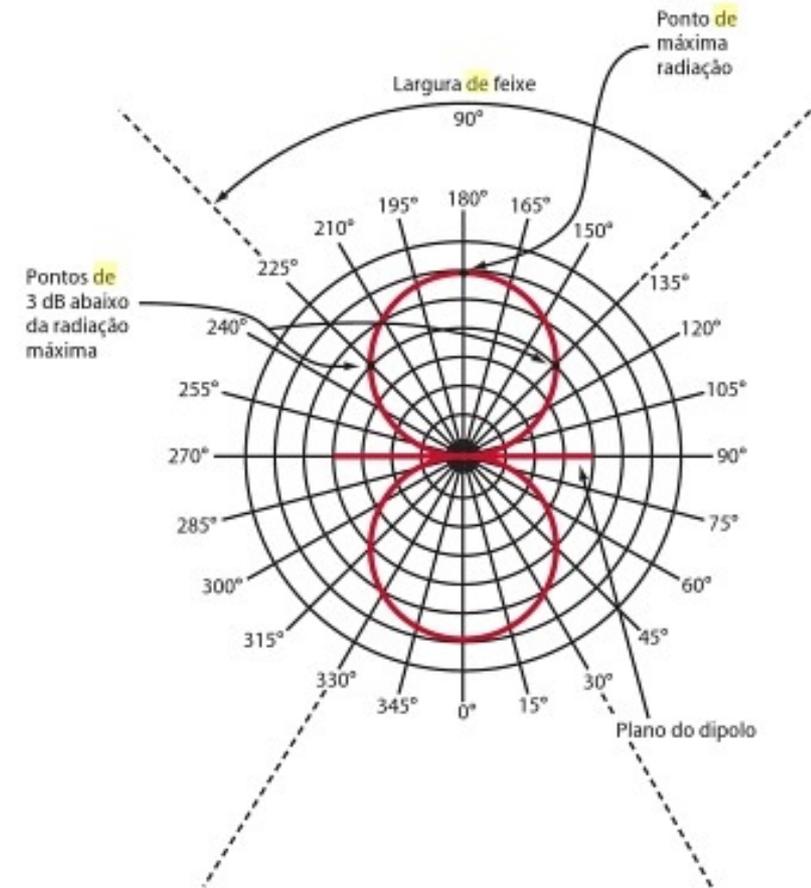
A medida da diretividade de uma antena é medida em termos de largura de feixe (abertura)

-o ângulo do padrão de irradiação a qual a energia é irradiada ou recebida

-a largura do feixe é medida no padrão de radiação

-os círculos concêntricos se estendem além do padrão - indica a intensidade relativa do sinal, a medida que se afasta da antena

-a largura do feixe é medida entre os pontos na curva e radiação que estão 3 dB abaixo do máximo (70,7% do máximo)



irradiação horizontal de um dipolo de meia-onda.

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Diretividade:

É a relação entre o campo irradiado pela antena na direção de máxima irradiação e o campo que seria gerado por uma antena isotrópica que recebesse a mesma potência.

A diretividade de uma antena define sua capacidade de concentrar a energia irradiada numa determinada direção

$$D = 10 \log \left(\frac{P_{\max}}{P_{\text{iso}}} \right)$$

P_{\max} - máxima potência irradiada da antena de interesse.

P_{iso} - potência irradiada pela antena isotrópica numa direção qualquer.

$$D = 20 \log \left(\frac{E_{\max}}{E_{\text{iso}}} \right)$$

E_{\max} - máximo campo irradiado da antena de interesse.

E_{iso} - campo irradiado pela antena isotrópica numa direção

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Diretividade

Antenas Direcionais:

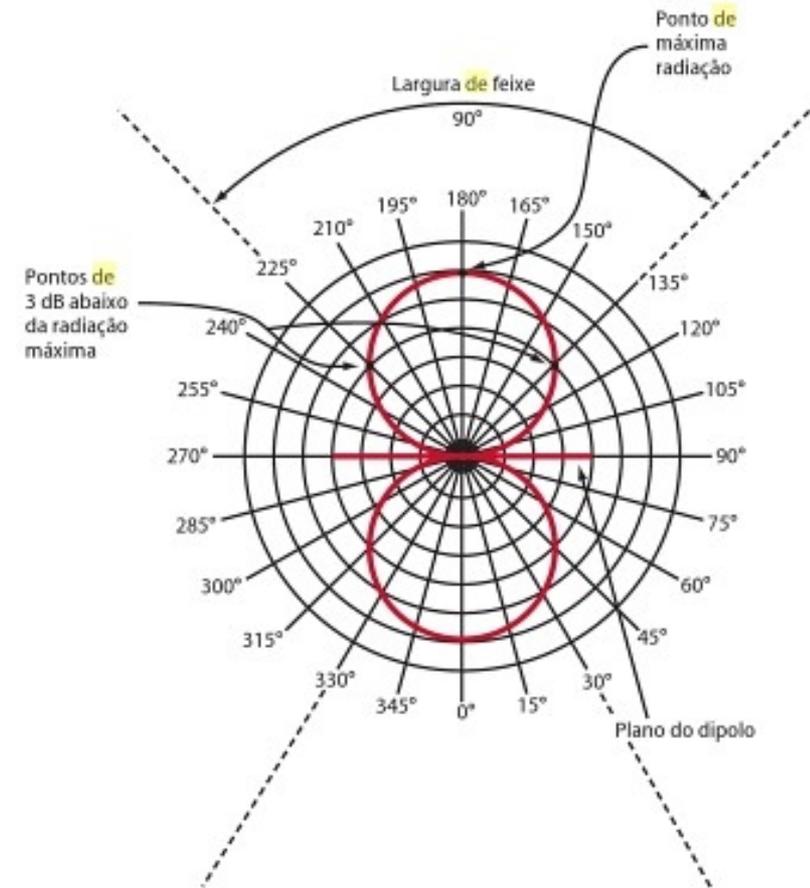
Se refere a capacidade de uma antena para enviar ou receber sinais ao longo de uma estreita faixa horizontal.

-orientação física da antena proporciona uma curva de resposta direcional

-Age como um tipo de filtro – para oferecer uma seletividade baseada na direção do sinal

-proporcionam maior eficiência de transmissão de potencia

-Antenas omnidirecionais, a potencia transmitida irradia para todas as direções, somente uma pequena parcela da potencia é recebida no receptor.

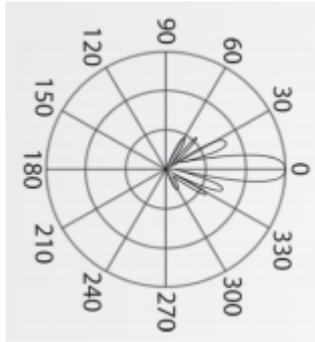
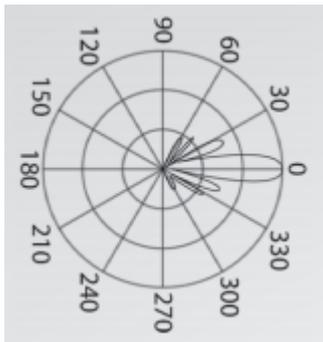


Radiação horizontal de um dipolo de meia-onda.

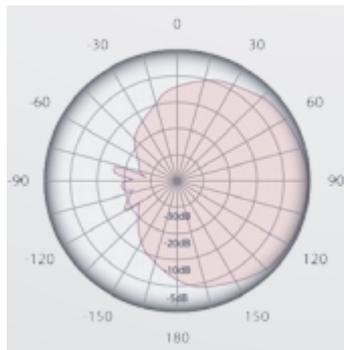
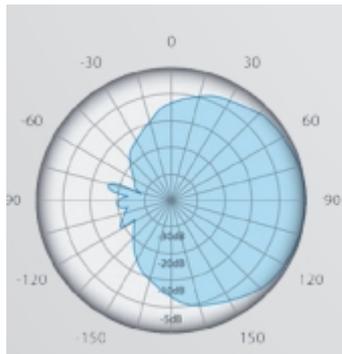
5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Diretividade

Antenas Direcionais:



Abertura horizontal	6°
Abertura vertical	7°



90°
90°



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Eficiência da Antena/Rendimento:

-É a razão entre a potência fornecida à antena em relação a potência irradiada pela antena.

-Uma antena de alta eficiência tem a maior parte da energia presente na antena – irradiada

-Uma antena de baixa eficiência tem a maior parte da potência absorvida como perdas dentro da antena, ou refletida devido à diferença de impedância.

$$\eta_r = \frac{P_T}{P_{in}}$$

$$\eta_r = \frac{R_r}{R_r + R_p}$$

R_p (resistência ôhmica).

Levo em consideração somente R , e não as reatâncias X_L e X_C , porque estou trabalhando na faixa de operação da antena, ou seja:

$$Z = R_{eq} + j(X_L - X_C)$$

$$Z = R_{eq}$$

5 – Fundamentos de Antenas

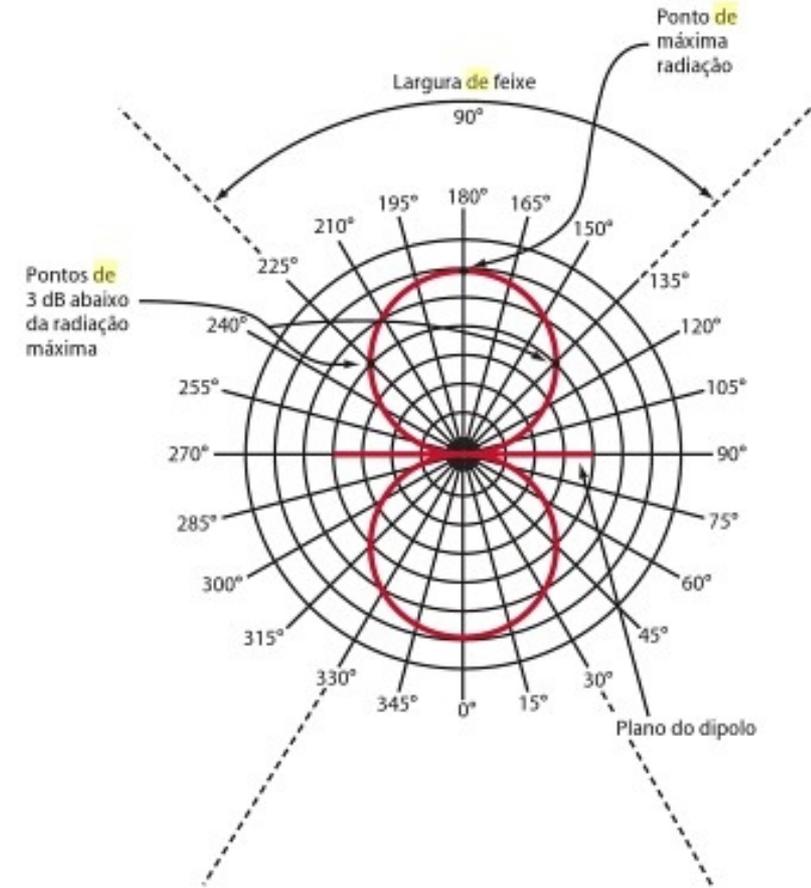
5.3 – Parâmetros das Antenas: Ganho:

Dispositivos passivos (como as antenas) não podem ter ganho no sentido de rádio

-A potência irradiada por uma antena nunca pode ser maior do que a de entrada

-No entanto, uma antena direcional pode irradiar mais potência em uma dada direção do que uma antena não-direcional – nessa direção favorável – se comporta como se tivesse um Ganho

-Antenas direcionais: Como a potência esta concentrada em um pequeno feixe (o efeito é como se a antena “amplificasse”)



Radiação horizontal de um dipolo de meia-onda.

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Ganho

O ganho pode ser entendido como o resultado da diretividade menos as perdas. Matematicamente, é o resultado do produto da eficiência pela diretividade.

$$G = \eta \cdot D$$

G = Ganho
D = Diretividade
 η = Eficiência

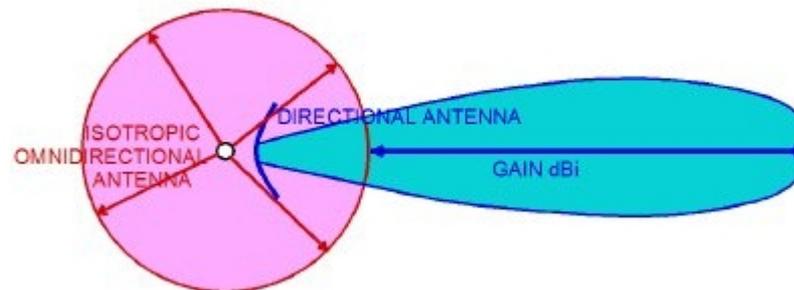
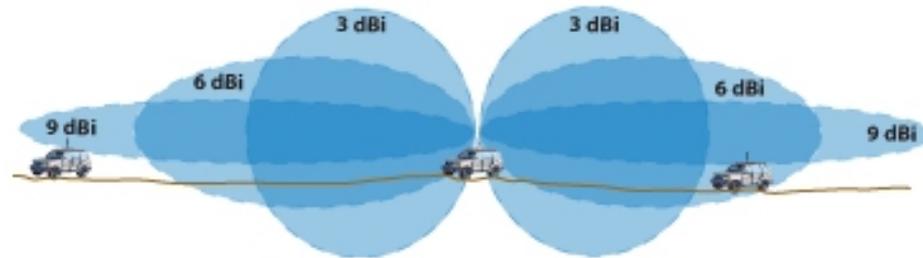
A eficiência de uma antena, diz respeito ao seu projeto eletromagnético como um todo, ou seja, são todas as perdas envolvidas (descasamento de impedância, perdas em dielétricos, lóbulos secundários...). Normalmente está na faixa de 90% a 95%.

O ganho indica a capacidade de uma antena em concentrar, na direção de interesse, a potência que seria irradiada em outras direções

Medido em dBi

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Ganho



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Referência/Radiador Isotrópico

O ganho de uma antena é normalmente expresso em referência ao dipolo ou um radiador isotrópico.

-Radiador Isotrópico: é uma fonte pontual teórica de energia eletromagnética

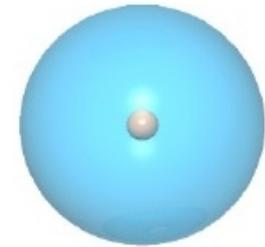
-Os campos E e H irradiam em todas as direções a partir da fonte pontual

-Em qualquer distancia da fonte, os campos tem a forma de uma esfera.

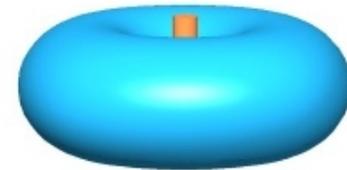
-No campo distante, a esfera é tao grande que uma pequena área parece ser plana em vez de curva- assim como a Terra

-A maioria das analises de campo distante de antenas é feita considerando uma superfície plana de radiação com campos E e H perpendiculares

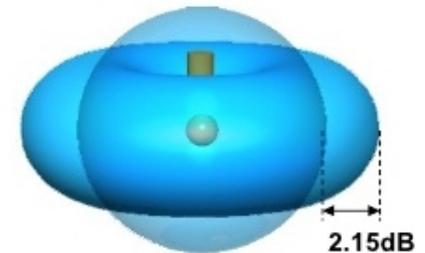
-Nenhuma antena irradia isotropicamente



isotropic radiator



half-wave dipole



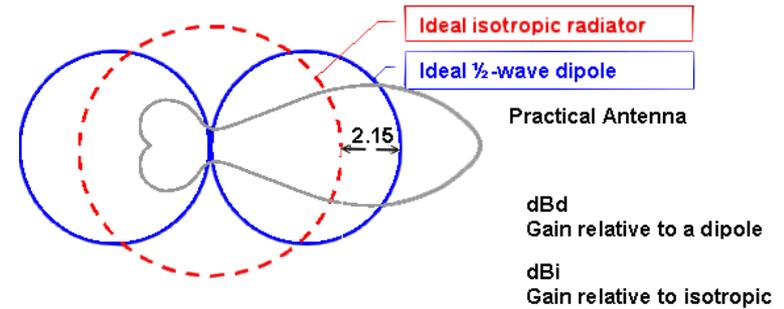
$$S_o \quad 0\text{dBd} = 2.15\text{dBi}$$

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Referência/Radiador Isotrópico

O dBi : usado para expressar o ganho de uma antena em relação a antena de referência ISOTRÓPICA.

O dBd : usado para expressar o ganho de uma antena em relação a uma antena de referência DIPOLO de meia onda

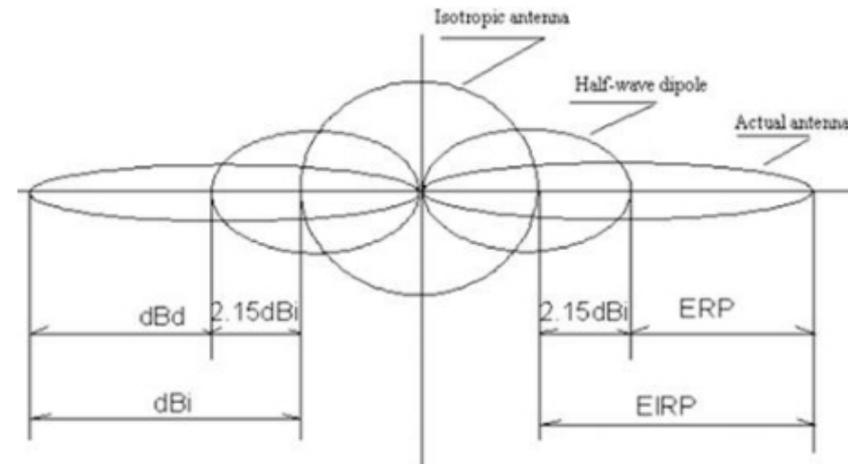


Gain of a practical antenna:

G_{dBi} is gain referenced to an isotrope

G_{dBd} is gain referenced to a dipole

$$G_{dBi} = G_{dBd} + 2.15$$



Relation between dBi and dBd

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Referência/Radiador Isotrópico

A radiação é concentrada em um padrão

-A concentração de energia eletromagnética tem o efeito de aumentar a potencia de radiação sobre uma superfície

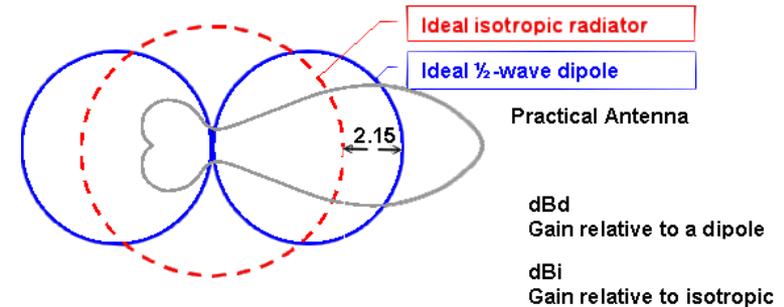
-A diretividade de uma antena representa o ganho da antena sobre um radiador isotrópico

-O Ganho de potencia de um dipolo sobre uma fonte isotrópica é 1,64 , em dB isso dá $10 \log 1,64 = 2,15 \text{ dB}$

-A maioria das formulas para ganho da antena sobre um dipolo são expressas em (dBd)

-Ex: ganho de uma antena é 4,5 dB – isso representa ganho em comparação com o dipolo

-Para calcular o ganho de uma antena em relação a uma antena isotrópica (dBi) – adiciona-se 2,15 dB para o ganho sobre o dipolo + 2,15 dB, então:
 $\text{dBi} = \text{dBd} + 2,15;$

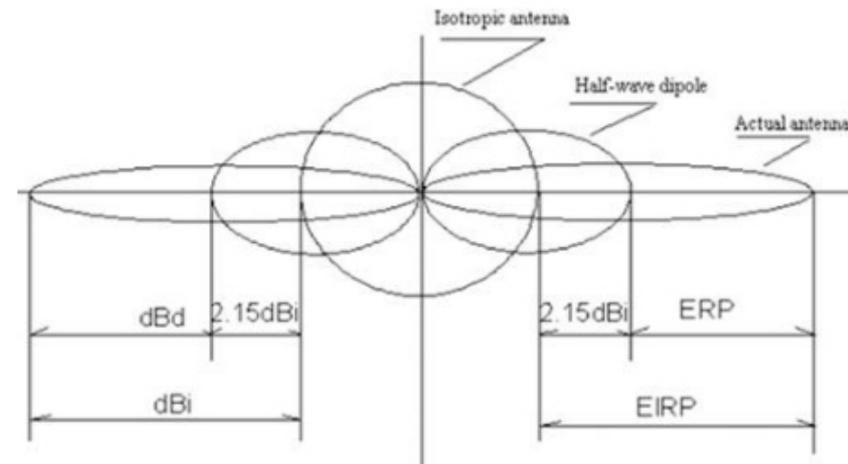


Gain of a practical antenna:

G_{dBi} is gain referenced to an isotrope

G_{dBd} is gain referenced to a dipole

$$G_{\text{dBi}} = G_{\text{dBd}} + 2.15$$



Relation between dBi and dBd

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Antena Básica: Polarização de Antenas

Se refere a orientação dos campos magnético e elétrico com relação a Terra (quem define é o campo elétrico).

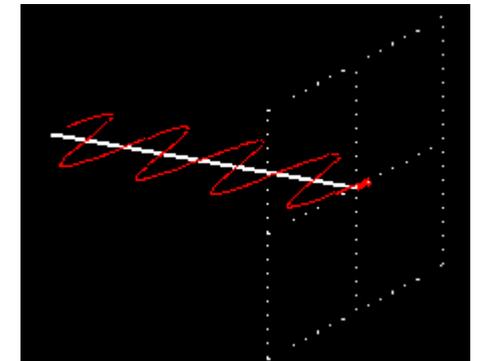
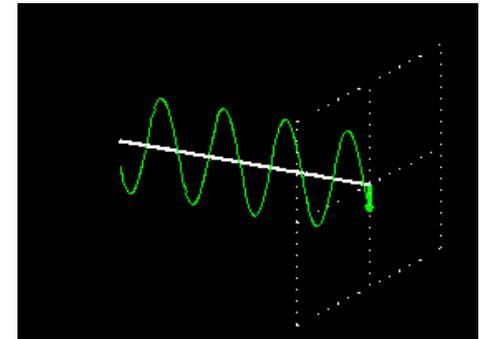
-Para transmissão e recepção ótimas, as antenas tx e rx devem estar na mesma polarização.

-Polarização linear Horizontal: Se um campo elétrico é paralelo a Terra (Antenas Horizontais)

-preferível em HF ou > 30 MHz (pelas características de montagem)

-Polarização linear Vertical: Se um campo elétrico é vertical a Terra (Antenas Verticais)

-preferível em VHF e UHF (onde as antenas são mais curtas).



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Antena Básica: Polarização de Antenas

Se refere a orientação dos campos magnético e elétrico com relação a Terra (quem define é o campo elétrico).

-**Polarização Circular:** Os campos elétrico e magnético giram a medida que saem da antena.

-Podem existir RHCP e LHCP, o tipo depende do sentido de rotação que sai da antena.

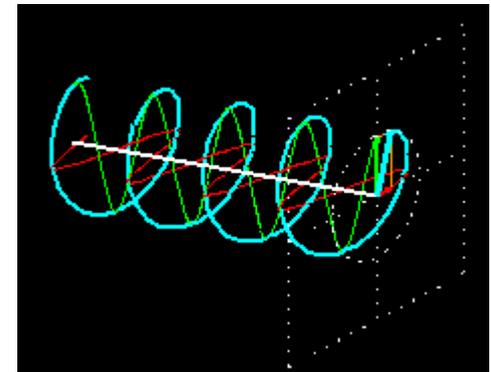
-O campo elétrico e o magnético giram na frequência do transmissor

-com uma rotação completa ocorrendo em um ciclo da onda

-**Polarização Circular a Direita – RHCP:** rotação no sentido horário para o campo elétrico

-**Polarização Circular a Esquerda – LHCP:** rotação no sentido anti-horário para o campo elétrico

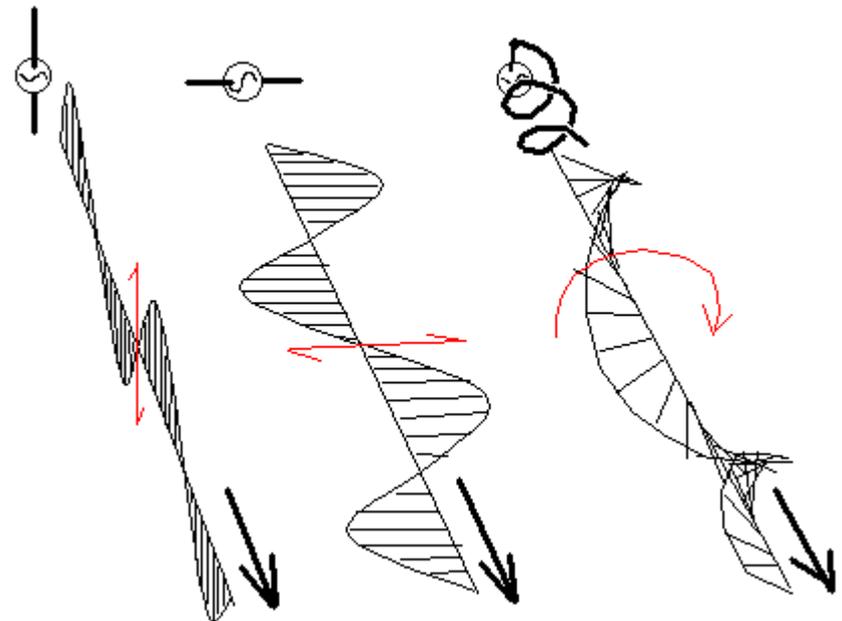
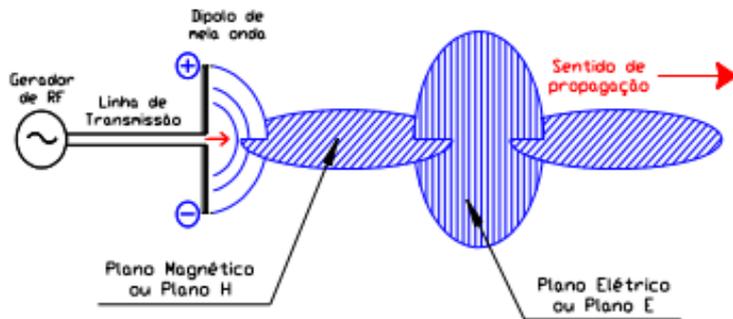
-**Polarização Elíptica:** Se as amplitudes das componentes da polarização circular forem diferentes, então será uma polarização elíptica



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Antena Básica: Polarização de Antenas

Se refere a orientação dos campos magnético e elétrico com relação a Terra (quem define é o campo elétrico).



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Antena Básica: Relação Frente Costas

Relação frente-costas (RFC) é a relação de ganho entre o lóbulo principal e posterior.

Uma quantidade de energia é perdida para trás (mesmo com o uso de refletores no caso da yagi)

-A potencia irradiada para trás é:

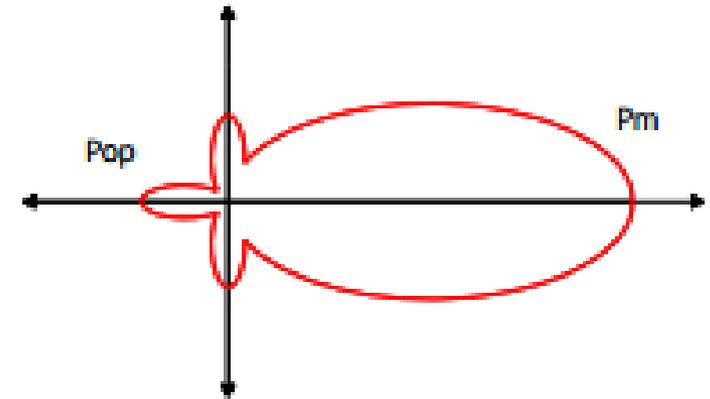
$$F/B = 10 \log (P_{\text{frente}}/P_{\text{tras}}) \text{ dB}$$

P_{frente} – potencia irradiada pra frente

P_{tras} – potencia irradiada pra trás

-Valores relativos de potencia para frente e para tras são determinados estimando os tamanhos dos lóbulos no padrão de radiação.

-Quando os valores são plotados em dB, e não em termos de potencia, a relação F/B é simplesmente a diferença entre os valores máximo para frente e para trás em decibéis.



$$RFC = \frac{P_m}{P_{op}}$$

$$RFC(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_m}{P_{op}}$$

P_m : Energia Máxima na direção de propagação.

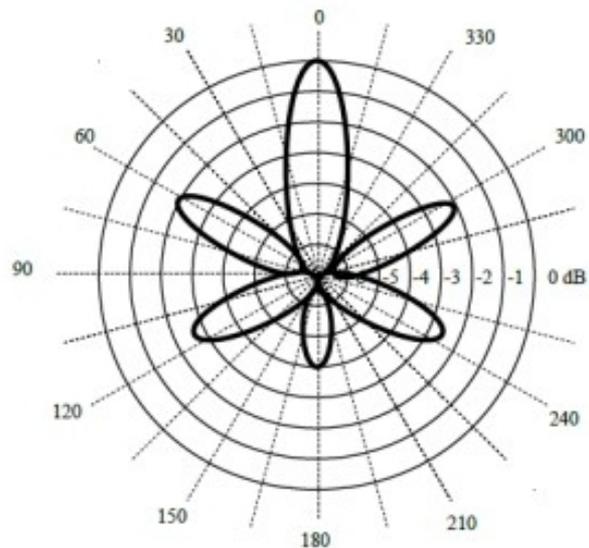
P_{op} : Energia irradiada para trás.

5 – Fundamentos de Antenas

Exercício:

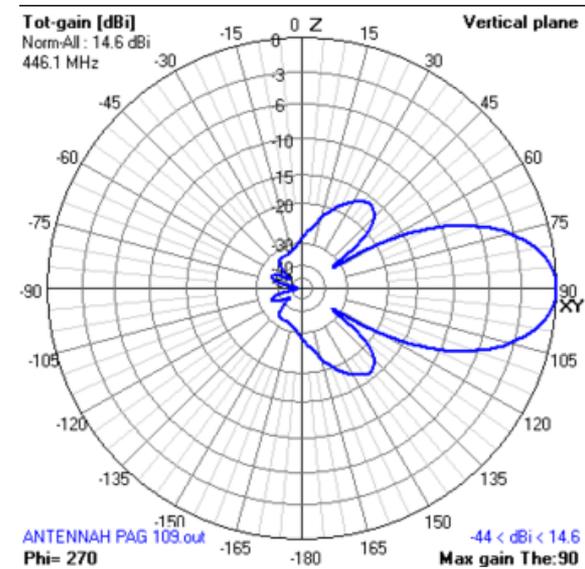
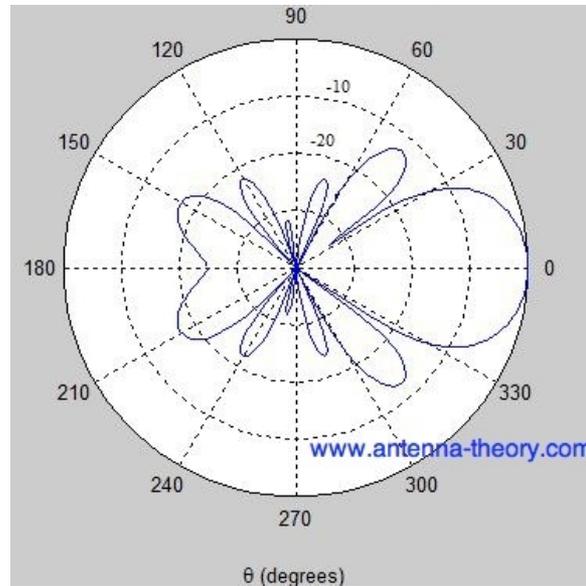
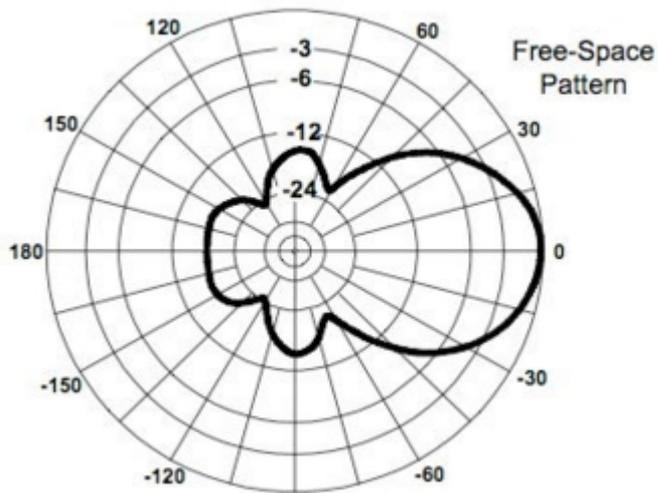
18. O diagrama de irradiação da figura abaixo indica a intensidade de irradiação de uma antena. A partir do mesmo assinale a alternativa que apresenta os valores corretos para as seguintes grandezas:

- I. Relação frente costas em dB.
- II. Largura de feixe em graus.
- III. Potência emitida, em dBm, pela antena na direção de 60° quando na direção máxima a potência é de 20 dBm.



5 – Fundamentos de Antenas

Exercício:



5. – Fundamentos de Antenas

5.4 – Cálculos de Antenas

Relação entre Abertura e Ganho
ERP (Potencia Efetiva Radiada)
Abertura Efetiva
Equação de Friis



5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Relação entre Abertura e Ganho:

-A relação entre ganho e diretividade é expressa por:

$$B = 203 / ((\sqrt{10})^x)$$

onde,

B – largura do feixe, abertura em graus

x = ganho de potencia da antena em dB dividindo por 10 (x = dB /10)

-A largura de feixe é medida nos pontos de queda de 3 dB de potencia no padrão de irradiação

-Considera-se um lóbulo principal simétrico.

-Ex: Largura de feixe de uma antena com ganho de 15 dB ao longo de um dipolo é calculado como:

$$x = \text{dB}/10 = 15/10 = 1.5$$

$$B = 203 / ((\sqrt{10})^{1.5})$$

$$B = 203 / ((3.162)^{1.5})$$

$$B = 36.1^\circ$$

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Relação entre Abertura e Ganho:

-é possível calcular o ganho dado a largura de feixe

$$X = 2 \log (203/B)$$

-Ex: Largura de feixe de uma antena, medido em -3 dB de 7° , o ganho é:

$$X = 2 \log (203/7)$$

$$X = 2 \log 29$$

$$X = 2.95 \text{ dB}$$

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas:

ERP (Potencia Efetiva Radiada, Effective Radiated Power):

A potência irradiada por uma antena é a potencia aplicada a antena multiplicada pelo ganho da antena -calculado multiplicando a potência do transmissor P_t (dBm) pelo ganho A_p da antena.

$$ERP = A_p * P_t$$

$$ERP = P_t (\text{potencia dB tx}) + GT (\text{ganho dBi antena}) - \text{perda do cabo}$$

EIRP (Potência Isotrópica Radiada Equivalente, Effective Isotropic Radiated Power)

$$EIRP = ERP + 2,15 \text{ dB.}$$

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Abertura Efetiva

Uma antena receptora é usada para captar uma onda eletromagnética e dela extrair potência, a qual será fornecida à carga (circuitos de recepção).

Assim, uma antena receptora, independente de sua forma física (filamentar, corneta, etc) pode ser vista como uma abertura que extrai potência da onda recebida.

A abertura efetiva de uma antena não é necessariamente igual à sua abertura física.

Relação entre a abertura efetiva e o ganho:

Pode-se mostrar que, para qualquer antena:

$$\frac{A_e}{G} = \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

5 – Fundamentos de Antenas

5.3 – Parâmetros das Antenas: Equação de Friis

Relaciona a potência transmitida de uma antena para outra em determinadas condições ideais

$$P_R = \frac{P_T G_T G_R \lambda^2}{(4\pi R)^2}$$

